

Eurokody mostowe a mechanika

Sławomir Karaś¹, Wioleta Czubacka²

¹ Katedra Dróg i Mostów, Wydział Budownictwa i Architektury, Politechnika Lubelska,
e-mail: s.karas@pollub.pl

² Katedra Dróg i Mostów, Wydział Budownictwa i Architektury, Politechnika Lubelska,
e-mail: wioleta.gamza@gmail.com

Streszczenie: Normy do projektowania powinny się charakteryzować syntetycznym ujęciem problemów mechaniki, obciążeń i wymiarowania. Nie zawsze tak jest w przypadku eurokodów. Poniżej dokonano przeglądu norm wskazując niedostatki w zakresie definiowania pojęć podstawowych. Niejasności pojawiają się wszędzie i czasem prowadzą do błędnego odczytywania treści normy. Porównywano teksty norm oryginalnych w języku angielskim i ich tłumaczenia na język polski. Zasygnalizowano nieścisłości w oryginałach i dodatkowo powstałe podczas tłumaczenia. Jak zawsze w sytuacjach wątpliwych istnieje możliwość odwołania się do ścisłych sformułowań z zakresu mechaniki. Podsumowując, uznano konieczność naprawy norm tak by były narzędziem projektowania a nie przedmiotem dyskusji jak tutaj.

Słowa kluczowe: eurokody, mosty, mechanika.

1. Wprowadzenie

Przesłanką do niniejszego artykułu była dyskusja podczas konferencji poświęconej działalności dydaktyczno-naukowej prof. Stefana Piechnika w Krakowie w roku 2002¹. Wówczas wprowadzano normę w zakresie konstrukcji stalowych. PKN zwrócił się do prof. Piechnika o konsultacje projektu normy. Na zapytanie o wartość normową współczynnika we wzorze Eulera w zagadnieniu wyboczenia odpowiedział obecny na konferencji prof. Zbigniew Mendera – jeden ze współredaktorów normy. Odpowiedź w zakresie czasowym przekroczyła limit pojedynczego wystąpienia, jednakże swada, wieloaspektowość i jednocześnie precyzja aplikowanej mechaniki usprawiedliwiały ten dodatkowy punkt programu konferencji. Dodajmy, że właściwy temat o roli wytrzymałości materiałów w konstrukcjach stalowych został przekazany w formie pisemnej bez jej prezentacji.

Obecnie, wprowadzenie eurokodów jako podstawowych norm nie było poprzedzone, ani nie jest tak intensywnie dyskutowane w środowiskach akademickich i inżynierskich.

Próbując podjąć dyskusję nad eurokodami, w poniższych rozważaniach wykorzystuje się ogólnie znane reguły i zależności powszechnie stosowane w polskiej i obcej literaturze technicznej z zakresu mechaniki na przestrzeni ostatniego wieku. W pierwszej kolejności będzie przywołanie definicji mechanicznych a następnie ich zastosowanie w normach. Odniesienia bibliograficzne ograniczono do minimum. Jako oryginały eurokodów przyjęto wersje w języku angielskim.

2. Odształcenia - odkształcalność

Odształcenie oznacza względną miarę deformacji. W najprostszym przypadku jest to odniesienie zmiany wymiaru do wymiaru przyjętego jako bazowy, co w konsekwencji prowadzi do wielkości bezwymiarowych. W literaturze polskiej nie stosuje się terminów przemieszczeń względnych, deformacji względnych tak jak stosuje się w języku rosyjskim *относительные деформации* czy w angielskim gdzie funkcjonują równolegle dwie formy: *relative deformation* oraz *strain*. W ujęciu matematycznej teorii sprężystości stosuje się

¹ Profesora Stefana Piechnika 50 lat pracy dla Politechniki Krakowskiej, Kraków 2002.

definicję tensora odkształcenia, którego składowe nazywa się odkształceniami wyznaczanymi wg wzoru : [1], [2]

$$2\varepsilon_{mn} = \nabla_m u_n + \nabla_n u_m \pm \nabla_m u^k \nabla_n u_k \rightarrow \nabla_m u_n + \nabla_n u_m \xrightarrow{\text{Cart.}} u_{n,m} + u_{m,n} \quad (1)$$

We wzorze (1) zastosowano dopuszczalny skrót przez pominięcie szczegółowego oznaczenia konfiguracji odniesienia. W kontekście powyższej definicji (1) stosowany przez wiele lat termin *odkształcenie jednostkowe* (wydłużenie jednostkowe $\varepsilon = \Delta L / L$) oznacza wartość odkształcenia o wartości 1, stosowane np. w [3], tj. takiemu gdzie przyrost deformacji odpowiada wymiarowi wielkości odniesienia. Na szczęście ten termin ulega zanikowi.

Odkształcalność jest zaprzeczeniem nieodkształcalności charakterystycznej dla brył nieskończenie sztywnych. Odkształcalność to zdolność do deformacji chwilowej lub trwałej. W [3] znajdujemy: „*Elementy odkształcają się pod działaniem obciążeń*” przy czym, np.: „*Jeżeli element odkształca się w ten sposób, że płaszczyzny jego końcowych przekrojów nachylają się względem siebie o pewien kąt $d\varphi$, to mówimy, że element jest zginany*”.

W monografii [3] konsekwentnie i klarownie operuje się pojęciami: odkształcenie, odkształcanie i przemieszczenia (obroty i przesunięcia), przy czym odkształcanie, odkształcalność jest rozumiana jako pewien proces złożony z przemieszczeń podczas gdy odkształcenie jest miarą względną tych przemieszczeń. Jednakże jednocześnie występowanie odkształcenia jako miary deformacji oraz odkształcania jako opisu procesu deformacji może prowadzić do niejednoznaczności a nawet do błędu. Tak jest w wielu miejscach eurokodów.

W eurokodach w wersji oryginalnej występują: *deformations, displacements i strain*, przy czym mamy *horizontal displacement, rotation i deflection*. *Deformation* - odpowiada odkształcaniu, *strain* – odkształceniu. Rozróżnienie pomiędzy *deformation* i *strain* jest klarowne i bezdyskusyjne, wskazywane są różne zagadnienia za pomocą różnych słów.

W ostatnich latach stosowanie deformacji w podręcznikach akademickich [4] jest coraz powszechniejsze i co ważne odsuwa problem domyślności znaczenia terminu – odkształcenie.

Zamieszczone w Tablicy 1. wyrywkowe przykłady obrazują wprowadzone niejasności, które dodatkowo komplikują istniejący w eurokodach brak precyzji.

W przypadku 1. mamy właściwe nazewnictwo angielskie, podczas gdy tłumaczenie na polski może powodować niejasność interpretacji zastosowanych słów. W przypadku 2. tak w języku angielskim jak i polskim zastosowano błędne nazewnictwo.

Co do punktu 3. to długość wydłużenia jest nowym i oryginalnym podejściem w problemach mechaniki przez co wymaga dalszych pogłębionych studiów.

W punkcie 4., w tłumaczeniu, znajdujemy nadinterpretację przez dodanie pojęcia funkcji wpływu.

W 5. polski tłumaczenie jest niefortunne tak dalece, że aż niejasne. W 6. chodzi oczywiście o wymuszone przemieszczenia podparć. W 7. jeśli już odkształcenia to i przemieszczenia lub tylko przemieszczenia. W 8. *deformations* przetłumaczono jako efekty oddziaływań co jest dużym, a nawet za dużym zakresem, obejmującym całą mechanikę. Zastosowane tłumaczenie pokazuje, że reguła wiernego tłumaczenia nie została zastosowana. 9 – to przykład właściwego tłumaczenia. 10 - ... należy uwzględnić deformacje wymuszone.

11 – to błąd w oryginalnej angielskojęzycznej wersji. Powinno być: *The strains $D(t)$* , a to dlatego, że całkowanie obejmuje argument czasu τ a nie argument (argumenty) położenia i w efekcie końcowym otrzymujemy wartość odkształcenia po upływie czasu t , dalej w jednostkach odkształcenia. Występujące pod całką wyrażenie ma własności splotu. Polskie tłumaczenie jest poprawne. Mogło by mieć także treść: odkształcenia $D(t)$ po upływie czasu „ t ” wyznaczamy przez całkowanie Na liście stosowanych w EN 1992-2 oznaczeń nie wprowadzono $\dot{D}(t)$ oraz $D_{el}(t)$. W 12 – treść polska jest niejasna. Treść polskiego tekstu w punkcie 13. sugeruje, że odkształcenia to ugięcia i drgania. Treść w punkcie 14. jest zagadkowa, powinno raczej być: *W przypadku sprężania przez kontrolowane wymuszone przemieszczenia, np. lewarowanie na podporach*.

Tabela 1. Interpretacja pojęć: przemieszczenie, odkształcenie, długość - w eurokodach

Lp.	EN 1991-2	PN-EN 1991-2
1	δ - Deformation (general), vertical deflection	δ - Odkształcenie (ogólnie), ugięcie pionowe
2	δ_B - Longitudinal relative displacement ..	δ_B - Podłużne przemieszczenie względne ...
3	L_T - Expansion length	L_T - Długość wydłużenia
4	L_i - Influence length	L_i - Długość linii wpływu
	EN 1993-2	PN-EN 1993-2
5.	imposed deformations to stiffener from strain distribution in the web of the crossbeam	wymuszone odkształcenia żebra od rozkładu odkształceń w środku belki poprzecznej
6.	Various types of prestress are distinguished ... (... prestress by imposed deformation of supports)	rozdziela się różne rodzaje sprężenia ... (... przez wymuszone odkształcenie podpór)
7.	Deformations should be calculated using the frequent load combination.	Odkształcenia oblicza się przy założeniu częstej kombinacji obciążeń.
8.	For structures in which the deformations are significant for action effects second order analysis may be performed	W konstrukcjach, w których efekty oddziaływań są znaczne, obliczanie sił wewnętrznych można przeprowadzać, na podstawie analizy drugiego rzędu.
	EN 1992-2	PN-EN 1992-2
9.	ϵ_c Compressive strain in the concrete	ϵ_c odkształcenie betonu przy ściskaniu (ok)
10.	For incrementally launched decks imposed deformations should be taken into account.	W przypadku przęsł nasuwanych należy uwzględnić nakładające się odkształcenia.
11.	The deformations $D(t)$ may be evaluated at time "t" by integration of elastic strain increments factored by the creep factor $J(t,\tau) E_C$ $D(t) = E_C \int_0^t J(t,\tau) dD_{el}(\tau)$	odkształcenia $D(t)$ mogą być szacowane w czasie "t" przez całkowanie w czasie przyrostów odkształceń sprężystych pomnożonych przez funkcję pełzania $J(t,\tau)E_C$ $D(t) = E_C \int_0^t J(t,\tau) dD_{el}(\tau)$
	EN 1994-2	PN-EN 1994-2
12.	Pre-stressing by controlled imposed deformations	Sprężenie poprzez kontrolowane odkształcenia wymuszone
13.	7.3 Deformations in bridges 7.3.1 Deflections 7.3.2 Vibrations	7.3 Odkształcenia w mostach 7.3.1 Ugięcia 7.3.2 Drgania
14.	For pre-stress by controlled imposed deformations, e.g. by jacking at supports	W przypadku sprężania kontrolowanego za pomocą odkształceń wymuszonych, np. dźwigników na podporach

3. Shear lag

W eurokodach *shear lag* jest traktowane jako pojęcie elementarne i nie jest zdefiniowane. W przyjętej tu jako podstawowe odniesienie monografii [3] to zagadnienie nie występuje. Krótki opis problemu znajdujemy w Teorii sprężystości [5], a szczegółowy w [6].

Złożoność zagadnienia polega na sprzężeniu dwóch problemów: szerokości współpracującej i ścinania w półkach – polska nazwa *shear lag* nie zastosowana w eurokodach. Pojęcie szerokości współpracującej wywodzi się z zakresu konstruowania statków. Po raz pierwszy jako problem teoretyczny pojawiło się w 1877 r.² Istotą zadania było wyznaczenie zakresu współpracującego płyty (półki) z żebrzem. Problem ten wiązano z możliwością utraty stateczności płyt w stanie ściskania.

Shear lag dostrzeżono później podczas konstruowania powłok na żebrach samolotów³, w latach 30-tych minionego wieku. Szczególnie w przypadkach powłok tekstylnych łatwo obserwowano w pewnych obszarach mniejsze odkształcenia niż te wynikające ze wzoru

$$\sigma = M / W. \quad (2)$$

W tym kontekście *shear lag* dotyczył rozciągania.

W obu problemach mamy do czynienia z przekazywaniem oddziaływań w węzłach pomiędzy środnikami żeber a współpracującymi z nimi półkami, przy czym w obu przypadkach przyczyną jest zmienność rozkładu naprężeń normalnych w półce, nie wynikająca ze wzoru (2). Do rozwiązywania zagadnień stosowano sprowadzenie do problemu brzegowego tarczy i rozwiązywania jej sprężystego stanu równowagi⁴ lub przy korzystaniu z metod energetycznych⁵.

W każdym z eurokodów, z wyjątkiem EN 1992, dotyczących projektowania pojawia się *shear lag*.

W EN 1993 znajdujemy odesłanie do EN 1993-1-1 i EN 1993-1-5, przy czym w pierwszej z tych norm znajdujemy: *Shear lag effects and local buckling effects should be included by an effective width according to EN 1993-1-5*, co oznacza, że oba problemy są sprowadzone do wyznaczenia odpowiedniej szerokości współpracującej.

W EN 1993-1-5/1.3.4 znajdujemy:

the gross cross-section or width reduced for the effects of plate buckling or shear lag or both; to distinguish between their effects the word "effective" is clarified as follows:

"effective_b" denotes effects of plate buckling

"effective_s" denotes effects of shear lag

"effective" denotes effects of plate buckling and shear lag.

Effective_s – dotyczy stanów tarczowych tj. obciążeń w płaszczyźnie płyty z uwzględnieniem efektu ścinania w półkach wyrażonego ostatecznie poprzez dobranie odpowiedniej szerokości współpracującej, patrz EN 1993-1-5/3.2.

W normie EN 1992-1-1 nie znajdujemy słów *shear lag*. O tyle jest to dziwne, że właśnie zapis w eurokodach porządkuje nie istniejącą do czasu ich redakcji sytuację rozkładu zbrojenia w rozciąganej półce teownika (nad podporą pośrednią). Ze względu na wagę tego zagadnienia⁶ poniżej zamieszcza się replikę z EN 1992-1-1.

W tej normie znajdujemy także metodę wyznaczania szerokości współpracującej półki w dźwigarze teowym, jednakże bez wiązania tego zadania z *shear lag*.

² John W., *On the strains of iron ships*, Transactions of the Institution of Naval Architects, 18, 1877; pp. 98-117.

³ Younger J.E., *Metal wing construction*, Part II – Mathematical investigations, A.C.T.R. No 3288, Material Div., Army Air Corp., 1930.

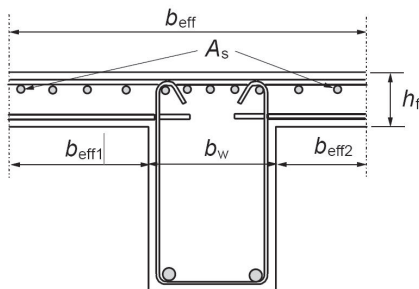
⁴ Karman T., *Die Mittragende Breite*, Beiträge zur Technischen Mechanik und Technischen Physik, August Föppl Festschrift, Springer, 1924; 114-127.

⁵ Reissner E., *Analysis of shear lag in box-beams by the principle of minimum of potential energy*, Quarterly Applied Mechanics, 4, 1946; 268-278.

⁶ Karaś S., Słowik M., *Distribution of Reinforcement In Tensile Flanges of Concrete T-shape Continuous Beam*, Journal of Civil Engineering and Architecture, 4, 11 (36), 59-64, ISSN 1934-7359.

W normie EN 1994-2 szerokość współpracująca jest w kontekście shear lag (5.4.1.2 *Effective width of flanges for shear lag*), przy czym shear lag jest tu istotne w przypadkach pólek stalowych dźwigarów, podczas gdy szerokość współpracująca płyty betonowej jest wyznaczana niezależnym schematem (Rysunek 5.1) bez związku z shear lag.

W przypadku rozpoznawania przebiegu naprężeń normalnych w płaszczyźnie półki mamy: 5.4.1.2 (8) *The transverse distribution of stresses due to shear lag may be taken in accordance with EN 1993-1-5, 4.3 for both concrete and steel flanges.*



Rys. 1. Rozkład rozciągającego zbrojenia w półce dźwigara T-beowego; replika z EN 1992-1-1, rysunek 9.1.

W polskim tłumaczeniu omawianej normy wprowadzono w miejsce shear lag – efekt szerokich pasów, zaczerpnięty z historycznego nazewnictwa niemieckiego (Karman Th.) i nie stosowany w polskiej literaturze. Mamy zatem następujący tekst: *Poprzeczny rozkład naprężeń na skutek efektu szerokich pasów, w półkach z betonu i stali, można przyjąć zgodnie z EN 1993-1-5, 3.2.22*, który jest o tyle niewłaściwy, że dotyczy pasów szerokich i nieszerokich, tj. przy otwartym pytaniu co to jest pas szeroki?; patrz rysunki 3.2 i 3.3 w EN 1993-1-5.

Trudno podsumować problem shear lag w eurokodach, w tym w ich polskojęzycznych wersjach. Niezdefiniowane nigdzie shear lag jest różnie traktowane, najczęściej oznacza zmienność naprężeń normalnych w płaszczyźnie głównej półki i jest sprowadzane do wyznaczenia adekwatnej szerokości współpracującej półki. W rzeczywistości jest zbędne i mogłoby się nie pojawić, co wymownie obrazują normy związane z betonem.

Shear lag i szerokości współpracującej staje się zupełnie zbędny przy stosowaniu elementów 2D i 3D w MES.

4. Dynamika. Graniczne pierwsze częstotliwości drgań własnych n_0

W normie EN 1991-2 zagadnienia dynamiczne mostów są rozumiane jako efekty oddziaływań obciążeń użytkowych, pominięte są oddziaływania środowiskowe. Istnieje też odmienność w traktowaniu dynamiki w zakresie mostów drogowych a kolejowych. W mostach drogowych właściwie wyeliminowano poprzez uwzględnienie w modelach pojazdów nadwyżki wynikającej z dynamiki. Uznano zatem, że dynamika może być ujęta poprzez pewien zapas nośności lub sztywności powodowany wartościami ciężarów charakterystycznych lub obliczeniowych. Zupełnie inaczej jest w przypadku mostów kolejowych. Poza stosowanym wcześniej w Polsce modelem – obecnie LM71 – ze współczynnikiem dynamicznym, znajdujemy kilka kryteriów decydujących o prowadzeniu analizy dynamicznej w różnych wariantach. Stosowany jest także warunek konieczny o zbieżności analizy statycznej ze współczynnikiem dynamicznym z analizami dynamicznymi.

Odmienność podejść w traktowaniu mostów drogowych i kolejowych przejawia się również poprzez stosowane ciężary użytkowe. W przypadku mostów drogowych występują modele pojazdów w formie pojedynczych osi kół (lub podwójnej), które są dalekiej od rzeczywistych samochodów ciężarowych, również co do ciężarów modeli. W przypadku mostów kolejowych wprowadzone nowe modele pociągów są bliskie rzeczywistym, a nawet noszą nazwę pociągów rzeczywistych.

Rozróżnianie mostów drogowych od kolejowych ma również odbicie w nazewnictwie. W obu przypadkach istnieją klasy obciążeń. O klasie obciążenia decyduje współczynnik α ,

jednakże przy mostach drogowych nosi nazwę współczynnika dostosowawczego podczas gdy w przypadku mostów kolejowych napisano, że po pomnożeniu przez współczynnik α wartości charakterystycznych stają się one „sklasyfikowanymi obciążeniami pionowymi”.

W zakresie wstępnego dynamicznego rozpoznania konstrukcji zastosowano uproszczoną metodę oceny ustroju nośnego poprzez wyznaczenie tzw. dolnej i górnej pierwszych częstotliwości drgań własnych n_0 ; (w normie [7] wzory (6.1-2)):

- górne wartości pierwszych częstotliwości drgań własnych

$$n^0 = 94,76 L^{-0,748}, \quad (3)$$

- dolne wartości

$$n_0 = \begin{cases} 80/L & \text{gdy} & 4m \leq L \leq 20m \\ 23,58 L^{-0,592} & \text{przy} & L > 20m \end{cases} \quad (4)$$

Ustroje nośne są tu traktowane jako swobodnie podparte belki sprowadzone do osi matematycznej o długości L , która jest jedynym parametrem charakteryzującym most. Pominięto inne najprostsze charakterystyki jak: pole przekroju, moment bezwładności czy masę na jednostkę długości belki, przy czym wzór o którym tu mowa jest do pobrania niemal w każdej monografii z mechaniki i jest równie prosty:

$$(n_0)^2 = \left(\frac{\pi}{L}\right)^4 \frac{EJ}{\rho}. \quad (5)$$

W eurokoedach, jak w każdych normach, stosuje się relacje skrajnie uproszczone, co nie oznacza że nie są w wielu przypadkach dobrą charakterystyką dynamiczną konstrukcji⁷. Jednakże rodzi się pytanie czy w tak ważnej kwestii jak ocena co do konieczności prowadzenia analizy dynamicznej powyższe wzory mogą być o tak skrajnie zredukowanych treściach? Czy można za ich pomocą oceniać równorzędnie dźwigary kratownicowe kolejowe o jeździe górą z mostem belkowym blachownicowym o jeździe pośredniej – mając jednocześnie jako alternatywę analizę dynamiczną o rozbudowanym, szczegółowym i kosztownym procesie numerycznym?

W zakresie analiz dynamicznych w normie EN 1991-2 mamy dwa warianty:

- wg. schematu blokowego z rysunku 6.9 – analiza dynamiczna zgodna z wymaganiami zawartymi w punkcie 6.4.6 w zakresie *Pociągów Rzeczywistych* oraz
- w przypadku prostych mostów o długości do 7 m można stosować pojedynczy *Pociąg Uniwersalny* z grupy *HSLM-B*, powyżej 7 m – pojedynczy z grupy *HSLM-A*.

Czym są *Pociągi Rzeczywiste*? Ten tabor zdefiniowano niemal pokrótce. W punkcie 6.4.6.1.1, (1)P mamy: *Analizę dynamiczną należy wykonywać z uwzględnieniem wartości charakterystycznych obciążenia od określonych Pociągów Rzeczywistych*, przy czym bardziej precyzyjna jest treść angielskojęzycznego oryginału⁸, która rzeczywiście definiuje pociągi jako – określone dla indywidualnego projektu.

Pociągi Uniwersalne zdefiniowano czytelnie w 6.4.6.1.1, (3) jako dwie niezależne grupy pociągów tworzących w sumie pociągi HSLM oraz szczegółowo na rysunkach 6.12 i 6.13.

Wobec znacznej liczności *Pociągów Uniwersalnych*, które należy zastosować w analizie dynamicznej powstaje pytanie o optymalizację prowadzenia analiz dynamicznych? Zastosowane uproszczenie w przypadku możliwości doboru pociągu krytycznego jest wyraźnym uproszczeniem i mogłoby być rozszerzone na konstrukcje ciągłe.

⁷ Paultre P., Chaallal O., Proulx J., *Bridge dynamics and amplification factors – a revive of analytical and experimental findings*, Can. J. of Civ. Eng., 1992.

⁸ 6.4.6.1.1, (1)P The dynamic analysis shall be undertaken using characteristic values of the loading from the Real Trains specified for the particular project.

5. Wnioski

Treści wcześniejszych norm mostowych miały charakter szczegółowych wymagań wytrzymałościowych i konstrukcyjnych. Skondensowana forma przekładała się na niewielką objętość. Każdy z dokumentów technicznych tworzył zwartą zamkniętą całość ułatwiającą pełen proces projektowy. Nie były to dokumenty bez wad, o czym świadczy znany *Komentarz do normy ...*⁹, który swą objętością przekraczał normę.

Eurokody prawdopodobnie powstały z innym zamysłem. Z jednej strony była to próba unifikacji polegającej na traktowaniu mostów stalowych jako element konstrukcji stalowych i w tym sensie zawierający podstawy w normach ogólnobudowlanych z wyróżnieniem tylko istotnych w mostownictwie elementów w normach mostowych, podobnie jak np. potraktowane są kominy stalowe.

Z drugiej strony można odczytać dialektykę ujęcia szczegółowego z ogólnym. Na to wszystko nakłada się czytelny wpływ różnych grup inżynierskich (inżynieryjnych), które z racji swych tradycji i doświadczeń stosują zbliżone choć jednak wyraźnie różne nazewnictwo i przykładają różną wagę w przypadkach rozpatrywania tych samych problemów projektowych.

Pojedynczy eurokod w wydrukowany na papierze jest dla projektanta praktycznie bezużyteczny. Wzajemne powiązania różnych dokumentów są tak zaawansowane, że niezbędne jest by dysponować stosem eurokodów o wysokości przynajmniej decymetra by np. zaprojektować nawet mały most. Jednocześnie, jak się wydaje, nikt nie przewidział elektronicznej formy realizacji odesłań do innych dokumentów, przy czym bardzo często jest to odwołanie z wielu pozycji do tego samego adresu, co świadczy o wąskim, specjalnościowym pisaniu norm, także bez myśli o takiej formie udostępniania eurokodów. To dodatkowo zmniejsza użyteczność i tak rozwlekłych dokumentów.

Eurokody w aspekcie mechaniki konstrukcji pokazują się nienajgorzej, na pewno podczas ich tworzenia nie było to kryterium podstawowe, stąd brak jednolitego traktowania konstrukcji, materiałów i obciążeń. Autorzy tłumaczeń eurokodów na język polski przyjęli, że powinna obowiązywać zasada wiernego tłumaczenia, co ich usprawiedliwiało do powielania większych czy mniejszych błędów w oryginałach. Pomimo, że polskie środowisko inżynierów mostowych wydaje się być jednolite to język tłumaczeń ukazuje brak unifikacji w nazewnictwie, a wręcz miejscami jest odwrotnie pojawia się nowomowa.

Wprowadzenie eurokodów przebiegło niemal w tajemnicy. Treści oryginalnych i tłumaczonych norm były właściwie niedostępne, poza wąskim gronem związanym z PKN. Obecność eurokodów w projektowaniu mostów od 2010 r. powoduje, że można zbierać doświadczenia z ich użytkowania z zamysłem usuwania istniejących błędów i pracą nad polskimi załącznikami, które tym razem muszą uwzględniać specyfikę polskiego mostownictwa, np. w mentalnym przyzwyczajeniu, ale i funkcjonowaniu w praktyce, systemu klas mostowych od E do A.

Literatura

- 1 Sneddon I.N., Berry D.S., *The classical theory of elasticity*, Handbuch d. Physik, Springer, 1958.
- 2 Nowacki W., *Teoria sprężystości*, PWN, 1970.
- 3 Jastrzębski P., Mutermilch J., Orłowski W., *Wytrzymałość materiałów*, Arkady, 1985.
- 4 Rymarz Cz., *Mechanika ośrodków ciągłych*, PWN, 1993.
- 5 Timoshenko S., Goodier J.N., *Teoria sprężystości*, Arkady, 1962; str. 161-165.
- 6 Troitsky M.S., *Stiffened plates, bending, stability and vibrations*, Elsevier, 1976; pp. 218-286.
- 7 PN-EN 1991-2 Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje. Część 2: Obciążenia ruchome mostów; EN 1992-2 Eurocode 1: Actions on structures - Part 2: Traffic loads on bridges
- 8 PN-EN 1992-2 Eurokod 2: Projektowanie konstrukcji z betonu. Część 2: Mosty betonowe;

⁹ Rybak M., *Obciążenia mostów. Komentarz do normy PN-85S-10030*, WKiŁ, 1989.

- EN 1992-2 Eurocode 2 - Design of concrete structures - Concrete bridges -Design and detailing rules
- 9 PN-EN 1993-2 Eurokod 3: Projektowanie konstrukcji stalowych. Część 2: Mosty stalowe; EN 1993-2 Eurocode 3 : Design of steel structures Part 2 : Steel Bridges
- 10 PN-EN 1994-2 Eurokod 4: Projektowanie konstrukcji zespolonych stalowo-betonowych. Część 2: Mosty zespolone ; EN 1992-2 Eurocode 2 - Design of concrete structures - Concrete bridges - Design and detailing rules for bridges

Eurocodes for bridge design versus mechanics

Sławomir Karaś¹, Wioleta Czubacka²

¹ *Road and Bridge Chair, Faculty of Civil Engineering and Architecture, Lublin University of Technology, e-mail: s.karas@pollub.pl*

² *Road and Bridge Chair, Faculty of Civil Engineering and Architecture, Lublin University of Technology, e-mail: wioleta.gamza@gmail.com*

Abstract: Regulations on which designers base their process of designing of any engineer structures should include and combine mechanics, loads and dimensioning. It is not always the case as far as eurocodes are concerned. Ambiguities appear everywhere, which sometimes leads to incorrect understanding of a norm.

The authors meticulously analysed basic mechanical terms. Their digressions began with the concepts of strain and deformation that have discrepant definitions in sources from other countries.

The next part of article discusses the concept of „shear lag”. It is treated as an elementary concept in the eurocodes, although it has not been defined yet. Other sources define it as cooperating width and shear strain in the beam flanges or as stretching. Polish translation mentions the effect of „wide stripes”.

The authors focused also on dynamics – especially while discussing first natural frequencies denoted as “ n_0 ”. They scrutinised the norm EN 1991-2 in which dynamic problems of bridges are understood as effects of service load when the environmental impact is not included.

As always, in a situation when there is a doubt, it is possible to apply the more accurate mechanics rules. To sum up, Polish versions of bridge eurocodes should be corrected to be unambiguous and useful in a design.

Keywords: eurocodes, bridges, mechanics.